

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Восточно-Сибирский государственный университет  
технологий и управления  
Российская Академия Естествознания

# **КОМПЛЕКСНОЕ УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ**

## **Деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность**

Учебное пособие

Рекомендовано УМО РАЕ по классическому университетскому и техническому образованию в качестве учебного пособия для студентов и аспирантов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки:

18.04.01, 18.03.01 – «Химическая технология»,  
20.04.01, 20.03.01 – «Техносферная безопасность»,  
18.04.02, 18.03.02 – «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»,  
05.04.06, 05.03.06 – «Экология и природопользование»,  
35.03.02 - «Технология лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств»,  
05.00.00 – «Науки о земле»,  
19.00.00 – «Промышленная экология и биотехнологии»,  
20.00.00 – «Техносферная безопасность и природообустройство»,  
18.00.00 – «Химические технологии»,  
38.00.00 – «Экономика и управление»

Москва  
2016

УДК 502.174.1(075.8)  
ББК 674.8(075.8)  
А561

**Авторы:**

*Альберг Н.И.* — кандидат географических наук, доцент (общая редакция, введение, главы I, II, III, V, VI, VII, VIII, заключение);  
*Санжиева С.Е.* — доктор биологических наук, профессор (главы I, II, III, V, VI, VII, VIII);  
*Салхофер С.* — профессор (главы IV, IX).

**Рецензенты:**

**Кристенсен Т.** — доктор техн. наук, профессор, руководитель Департамента инженерной экологии (Технический университет, Копенгаген, Дания)  
**Тыминский В.Г.** — канд. геол.-минерал. наук, профессор, президент Европейской академии естественных наук (Европейская академия естественных наук, Ганновер, Германия)

**А561** **Комплексное устойчивое управление отходами. Деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность:** учебное пособие / Н.И. Альберг, и др.; под ред. Н.И. Альберг — М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2016. — 308 с.

**ISBN 978-5-91327-432-8**  
**DOI 10.17513/np.213**

В пособии рассматриваются вопросы законодательства РФ в лесной отрасли, законодательство ЕС в области обращения с отходами, законодательная и нормативная база НДТ в ЕС и России, наилучшие доступные технологии в целлюлозно-бумажной промышленности и существующие технологии переработки древесных отходов, экологический менеджмент и концепции управления отходами.

Учебное пособие адресовано сотрудникам предприятий лесной отрасли и предприятий «зеленого бизнеса», госслужащим, специалистам в области обращения с отходами, слушателям курсов повышения квалификации, преподавателям, студентам и всем тем, кто интересуется вопросами управления отходами и наилучшими доступными технологиями.

Библиогр. 177 назв., табл. 52, рис.33.



**Tempus**

Учебное пособие (книга) издано в рамках реализации Темпус-проекта 543962-TEMPUS-1-2013-1-DE-TEMPUS-JPHES «Комплексное устойчивое управление отходами» для сотрудников промышленных предприятий и госслужащих регионов Сибири.  
Сайт: [www.tiwasic.de](http://www.tiwasic.de)

Данный проект был осуществлен при финансовой поддержке Европейской Комиссии. Содержание данного пособия является предметом ответственности авторов и не обязательно отражает точку зрения Европейской Комиссии.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

**ISBN 978-5-91327-432-8**

© Коллектив авторов, 2016  
© ИД «Академия Естествознания»  
© АНО «Академия Естествознания»

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

---

ВВЕДЕНИЕ.....	8
INTRODUCTION .....	10
ГЛАВА 1. ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ .....	12
1.1. Законодательство Российской Федерации в лесной отрасли .....	12
1.1.1. Основные принципы лесного права и лесного законодательства .....	14
1.1.2. Лесной кодекс .....	17
1.1.2.1. Подразделение лесов по целевому назначению .....	17
1.1.2.2. Право собственности на древесину и иные добытые лесные ресурсы.....	18
1.1.2.3. Общее использование лесов. Использование лесов для переработки древесины и иных лесных ресурсов .....	18
1.1.2.4. Лесная декларация .....	20
1.1.2.5. Проект освоения лесов .....	20
1.1.2.6. Лесохозяйственный регламент.....	22
1.1.2.7. Договор аренды лесного участка. Договор купли-продажи лесных насаждений .....	23
1.1.2.8. Охрана и защита лесов. Отчет об охране и защите лесов. Воспроизведение лесов и лесоразведение.....	24
1.1.2.9. Государственная инвентаризация лесов. Лесоустройство.....	25
1.1.2.10. Экономический механизм в области использования лесов. Ответственность за нарушение лесного законодательства .....	26
1.2. Государственная Программа Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства» на 2013-2020 годы .....	26
1.2.1. Основные проблемы в сфере лесного хозяйства .....	27
1.2.2. Цель, задачи, сроки реализации Программы. Ожидаемые результаты .....	28
1.2.3. Приоритеты государственной политики в сфере реализации программы .....	30
1.2.4. Оценка эффективности .....	32
1.3. Последние изменения Российского законодательства в сфере лесного хозяйства.....	33
1.4. Нормативно-правовые основы деятельности стран Европейского Союза в сфере обращения с отходами.....	36

---

1.4.1. Рамочная Директива об отходах.....	36
1.4.2. Общие принципы обращения с отходами в Европейском Союзе .....	37
1.4.3. Директива по комплексному предотвращению и контролю загрязнений (Директива ГРРС).....	39
1.4.4. Директива о предотвращении крупных промышленных аварий .....	41
1.4.5. Предписание о требованиях к вторичному использованию и утилизации отходов древесины в Германии (Предписание AltholzV).....	43
<b>ГЛАВА 2. ОБРАЗОВАНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ И ОТХОДОВ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ .....</b>	<b>45</b>
2.1. Образование древесных отходов, группы и виды отходов .....	45
2.2. Классификации древесных отходов .....	48
2.3. Номенклатура отходов деревообрабатывающего производства .	54
2.4. Образование отходов в целлюлозно-бумажной промышленности .....	55
<b>ГЛАВА 3. СОСТАВ И СВОЙСТВА ОТХОДОВ ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ ...</b>	<b>57</b>
3.1. Состав древесных отходов .....	57
3.1.1. Химический состав древесины .....	57
3.1.2. Древесина как биополимерная композиционная система	58
3.1.3. Химические свойства древесины .....	62
3.2. Физико-механические свойства древесных отходов .....	66
3.2.1. Насыпная масса, коэффициент полндревесности .....	66
3.2.2. Влажность древесных отходов.....	68
3.2.3. Гигроскопичность .....	69
3.2.4. Прочность, твердость, шлифующие свойства .....	69
3.2.5. Эквивалентный диаметр частиц .....	70
3.2.6. Парусность частиц сыпучих отходов .....	70
3.2.7. Пирофорные свойства .....	71
3.3. Состав и свойства отходов целлюлозно-бумажной промышленности .....	71
3.3.1. Кордревесные отходы .....	72
3.3.2. Шлам-лигнин .....	73
<b>ГЛАВА 4. АНАЛИЗ МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ И ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА .....</b>	<b>74</b>
4.1. Анализ материальных потоков .....	74
4.1.1. Введение в АМП .....	74

---

4.1.2. Методология АМП .....	76
4.1.3. Применение АМП .....	79
4.1.3.1. Сферы применения.....	80
4.1.3.2. АМП на уровне индустрии или компании.....	82
4.1.3.3. Программное обеспечение для АМП.....	85
4.2. Оценка жизненного цикла.....	85
4.2.1. Введение в ОЖЦ.....	85
4.2.2. Методология ОЖЦ .....	87
4.2.2.1. Определение цели и области применения.....	88
4.2.2.2. Инвентаризация.....	99
4.2.2.3. Оценка воздействия.....	100
4.2.2.4. Интерпретация.....	107
4.2.2.5. Использование компьютерного инструментария и баз данных .....	109
4.2.3 Применение ОЖЦ.....	112
4.2.3.1. Сферы применения.....	112
4.2.3.2. ОЖЦ на промышленном уровне и на уровне компании.....	113
4.2.3.3. ОЖЦ в управлении отходами: анализ кейсов.....	115
<b>ГЛАВА 5. НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>125</b>
5.1. Понятие «наилучшие доступные технологии». История вопроса .....	125
5.2. Нормативная база Европейского союза в области наилучших доступных технологий .....	126
5.2.1. Законодательство и справочные документы Европейского союза .....	126
5.2.2. Требования НДТ в целлюлозно-бумажной промышленности .....	130
5.3. Законодательные и нормативные акты Российской Федерации в сфере наилучших доступных технологий .....	133
5.4. Справочник НДТ .....	136
5.4.1. Справочник НДТ «Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона» .....	136
5.4.2. НДТ в целлюлозно-бумажной промышленности .....	139
5.5. Перспективные технологии для целлюлозно-бумажного производства .....	156
<b>ГЛАВА 6. СУЩЕСТВУЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ И ОТХОДОВ ЦЕЛЛЮЛОЗНО- БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ .....</b>	<b>162</b>
6.1. Хранение и транспортировка древесных отходов.....	162

---

6.2. Технологии переработки древесных отходов .....	163
6.2.1. Основы технологических процессов переработки отходов .....	163
6.2.2. Первичная переработка отходов .....	164
6.2.2.1. Переработка кусковых отходов древесины в технологическую щепу .....	164
6.2.2.2. Брикетирование отходов .....	168
6.2.3. Производство древесноволокнистых и древесностружечных плит .....	173
6.2.4. Производство композиционных материалов с использованием древесных отходов .....	179
6.2.5. Получение пластиков из измельченных отходов древесины .....	196
6.2.6. Химическая технология переработки древесных отходов .....	202
6.2.6.1. Гидролиз .....	202
6.2.6.2. Использование древесных отходов в целлюлозно-бумажной промышленности .....	204
6.2.6.3. Лесохимия .....	205
6.2.7. Производство топливных брикетов и пеллет из древесных отходов .....	208
6.2.8. Использование отходов деревообработки в качестве топлива .....	210
6.2.9. Биологическая переработка древесных отходов .....	212
6.2.10. Использование кородревесных отходов .....	213
6.2.11. Переработка лесосечных отходов .....	215
6.3. Технологические основы переработки и утилизации отходов целлюлозно-бумажной промышленности .....	218
6.3.1. Способы утилизации шлам-лигнина .....	219
6.3.2. Термическая утилизация отходов ЦБК .....	220
6.3.3. Биотехнологические методы для переработки лигносодержащих отходов .....	222
6.3.4. Рекультивация шламонакопителей ЦБК .....	223
<b>ГЛАВА 7. ЭКОНОМИКА УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ .....</b>	<b>225</b>
7.1. Эффективность использования древесных отходов .....	225
7.2. Экономические аспекты внедрения наилучших доступных технологий .....	228
7.3. Пример эколого-экономической оценки при внедрении НДТ на предприятиях ЦБП .....	234

---

7.4. Трансакционные издержки при внедрении наилучших доступных технологий и природоохранных мероприятий.....	241
<b>ГЛАВА 8. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ .....</b>	<b>245</b>
8.1. Концептуальные и нормативно-методические аспекты экологического менеджмента.....	245
8.1.1. ISO 9000.....	245
8.1.2. ISO 14001 .....	246
8.2. Организационно-методические основы экологического менеджмента предприятия .....	248
8.2.1. Экологическая политика .....	248
8.2.2. Планирование .....	250
8.2.2.1. Экологические аспекты .....	250
8.2.2.2. Законодательные и другие требования .....	251
8.2.2.3. Цели и задачи программы .....	251
8.2.3. Внедрение и функционирование системы экологического менеджмента .....	253
8.3. Интегрированные системы менеджмента на предприятиях лесного комплекса .....	255
8.4. Система экологического менеджмента как НДТ в целлюлозно-бумажной промышленности .....	258
8.5. Требования и стандарты в деревообрабатывающем производстве Финляндии .....	267
<b>ГЛАВА 9. УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ: СТРАТЕГИИ И ИНСТРУМЕНТЫ.....</b>	<b>269</b>
9.1. Характеристика потоков отходов .....	269
9.2. Концепции управления отходами .....	271
9.2.1. Концепция Zero Waste .....	271
9.2.2. Концепция Cleaner Production .....	273
9.2.3. Концепция Green Engineering .....	275
9.2.4. Концепция Cradle-to-Cradle.....	276
9.2.5. Концепции Industrial Symbiosis и Industrial Ecology .....	278
9.3. Системы экологического менеджмента .....	279
9.3.1. Система EMAS.....	280
9.3.2. Стандарт ISO 14001 .....	281
9.4. Инструменты управления отходами.....	284
9.4.1. Концепция управления промышленными отходами.....	284
9.4.2. Инструмент Eco-mapping .....	285
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>288</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>290</b>

---

## ВВЕДЕНИЕ

---

Окружающая нас среда представляет собой сложную взаимосвязанную систему. В результате своей хозяйственной деятельности человек вторгается в эту систему и нарушает ее сформировавшиеся в процессе эволюции параметры. Поскольку человек есть составная часть природы, то особенно важно, чтобы эта деятельность не оказывала вредное, губительное воздействие не только на окружающую среду, но и на него самого. Одна из главных задач лесной отрасли – сокращение отходов производства древесины и их переработка, уменьшение потерь от несовершенства технологий. Рациональное использование древесного сырья, вторичное использования древесных отходов, переориентация производства на ресурсосберегающий путь развития видится важнейшим направлением развития отрасли, поскольку такие природные ресурсы, как леса, восстанавливаются медленно и с большим трудом.

Располагая огромной лесосырьевой базой (около четверти мировых запасов древесины), российский лесопромышленный комплекс и ЦБП занимают незначительное место в экономике страны: 0,8 % — в ВВП, 3 % — в объеме промышленной продукции и 2,5 % — в объеме экспорта. Если в 1992 году Россия занимала 10-е место в мире по выпуску бумаги и картона, то в 2014 году — уже 14-е место, пропустив вперед такие страны, как Южная Корея, Бразилия, Индия и Индонезия. За указанный период объемы производства в данных странах выросли в 2, 2, 3 и 5 раз соответственно.

Технологии деревообработки не стоят на месте, постоянно совершенствуясь и развиваясь. Внедрение нового высокопроизводительного оборудования для деревообработки необходимо для успеха в непростой конкурентной борьбе на рынке обработки древесины. Механизация и автоматизация технологических процессов позволяет предприятиям деревообработки расширять производство, увеличивать объемы поставок, сокращать количество отходов.

Для уменьшения количества отходов необходимо снижать их образование в процессе производства и потребления, внедрять ресурсосберегающие технологии, эффективно проводить рециклинг отходов, осуществлять комплексное управление отходами. Данная система управления нацелена на снижение вредного воздействия отходов на здоровье человека, компоненты окружающей среды, а также сохранение природных ресурсов.

Любые отходы можно рассматривать в качестве вторичных материальных ресурсов, поскольку они могут быть использованы в хозяйственных целях, либо частично, либо полностью замещая традиционные виды

---

материально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов, причем главной особенностью таких ресурсов является их постоянная воспроизводимость в процессе материального производства, оказания услуг и конечного потребления.

Приоритетом развития лесного комплекса в настоящее время становится внедрение наилучших доступных технологий, снижение материалоёмкости и энергоёмкости производства, увеличение использования отходов, применение возобновляемых источников для производства энергии.

Представленное учебное пособие выпущено в рамках проекта TIWaSiC «Разработка курсов повышения квалификации «Комплексное устойчивое управление отходами» для сотрудников промышленных предприятий и госслужащих регионов Сибири», финансируемого Европейской Комиссией в рамках программы Темпус IV (проект 543962-TEMPUS-1-2013-1-DE-TEMPUS-JPHES). Программа Темпус IV направлена на развитие многостороннего сотрудничества между вузами, государственными структурами управления и организациями ЕС с одной стороны и странами-партнерами с другой, для модернизации и реформирования высшего образования.

Для организации комплексного управления отходами на промышленных предприятиях необходимы соответствующие экологические знания и изучение мирового опыта в данной области, которые можно приобрести, участвуя в международных образовательных грантах. Основной целью проекта является разработка курсов повышения квалификации по управлению отходами с использованием европейского опыта и наилучших доступных технологий для сотрудников предприятий и госслужащих и содействие развитию экономических рычагов управления и стимулирования экологически ориентированных промышленных предприятий. Поставленная цель реализовывалась посредством решения ряда задач: изучение мирового опыта и повышение профессиональной компетентности в области управления отходами; установление устойчивой кооперации между высшими учебными заведениями, отраслевыми предприятиями, бизнесом в сфере обращения с отходами и исполнительными органами власти на региональном и федеральном уровне; распространение знаний в области управления отходами посредством проведения курсов повышения квалификации, разработки учебных модульных программ и методических пособий по пяти отраслям промышленности.

Результатом воплощения одной из задач и стало данное учебное пособие, которое адресовано сотрудникам предприятий лесной отрасли и предприятий «зеленого бизнеса», госслужащим, специалистам в области обращения с отходами, слушателям курсов повышения квалификации, преподавателям, студентам и всем тем, кто интересуется вопросами управления отходами и наилучшими доступными технологиями.

---

## INTRODUCTION

---

The natural environment is a complex and interrelated system. During the economic activity, the humans intervene in this system and disturb the order formed in the process of evolution. Since the humans are a part of nature, it is especially important to prevent the harmful, destructive environmental impacts, which affect not only the environment but also ourselves. Currently, one of the urgent issues in the wood industry is the minimization and processing of waste from the wood production and the reduction of losses caused by the imperfect technologies. The rational use of the wood raw materials, the reuse of wood waste, and the reorientation of the production so as to follow the resource-saving development route are considered very important for the industry because the recovery of forest resources is a slow and difficult process.

The Russian wood industry and pulp-and-paper production, which dispose of huge forest territories (about a quarter of the global wood resources), occupy an insignificant place in the economy of the country: 0.8 % of GDP, 3 % of the industrial output, and 2.5 % of the export. In 1992, Russia occupied the 10th place in the world by the production of paper and paperboard; in 2014, it was already the 14th place, which was behind South Korea, Brazil, India, and Indonesia. During the mentioned period, the wood production output in these countries increased 2, 2, 3, and 5 times, respectively.

The wood processing technologies do not stand still, they are constantly improving and developing. The implementation of new high-performance wood processing equipment is necessary for the success in difficult competition in the wood processing market. The mechanization and automation of the technological processes help to expand the production, to increase the supply volumes, and to reduce the amount of waste from wood processing enterprises.

To decrease the amount of waste, it is necessary to reduce its generation in the production and consumption processes, to implement the resource-saving technologies, to efficiently perform the waste recycling, and to implement the integrated waste management. The aims of the waste management system are to decrease the harmful impact of waste on the human health and on the components of the environment and to save the natural resources.

Any waste can be regarded as a secondary material resource because it can be used in the economy to substitute, either partially or fully, the traditional raw materials and fuels. The main distinctive feature of such resources is their

---

reproducibility in the processes of material production, delivery of services, and final consumption.

Currently, the priority in the development of the wood industry is the implementation of the best available techniques to decrease the material and energy consumption of the production, to increase the reuse of waste, and to implement the renewable energy sources.

This tutorial is published within the TIWaSiC project for the advanced training course on the integrated sustainable waste management for Siberian companies and authorities supported by the European Commission within the Tempus IV programme. The aim of the Tempus IV programme is the development of the multilateral partnership between higher educational institutions, governmental bodies, and organizations of the European Union and the partner countries for the modernization and reform in the higher education.

The organization of the integrated waste management at industrial enterprises requires the environmental knowledge and the study of the global experience in this sphere, which can be provided through the participation in international educational grant programs. The main goal of the project is the development of advanced training courses on waste management for companies and authorities with the implementation of the European experience and the best available techniques and the promotion of economic incentives and management systems for environmentally oriented industrial enterprises. This goal is reached by implementing the international experience and the improvement of the professional competence of personnel in charge of waste management; establishing the sustainable cooperation between higher educational institutions, industrial enterprises, waste management business companies, and executive authorities at the regional and federal levels; distributing the knowledge in the sphere of waste management through the advanced training courses, and developing the educational programs and tutorials for five industrial sectors.

This tutorial, which is a part of the mission described above, is addressed to workers of wood industry and green business enterprises, state officials, specialists in the sphere of waste management, participants of the advanced training course, tutors, students, and all those interested in the waste management and the best available technologies.